

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. September 2005 (15.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/085791 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01M 3/28**,  
B81C 5/00, H01L 21/66

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/050993

(22) Internationales Anmeldedatum:  
5. März 2005 (05.03.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 011 035.2 6. März 2004 (06.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **X-FAB Semiconductor Foundries AG** [DE/DE];  
Haarbergstrasse 67, 99097 Erfurt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KUMST, Ronald**  
[DE/DE]; Weizenweg 35, 99092 Erfurt (DE).

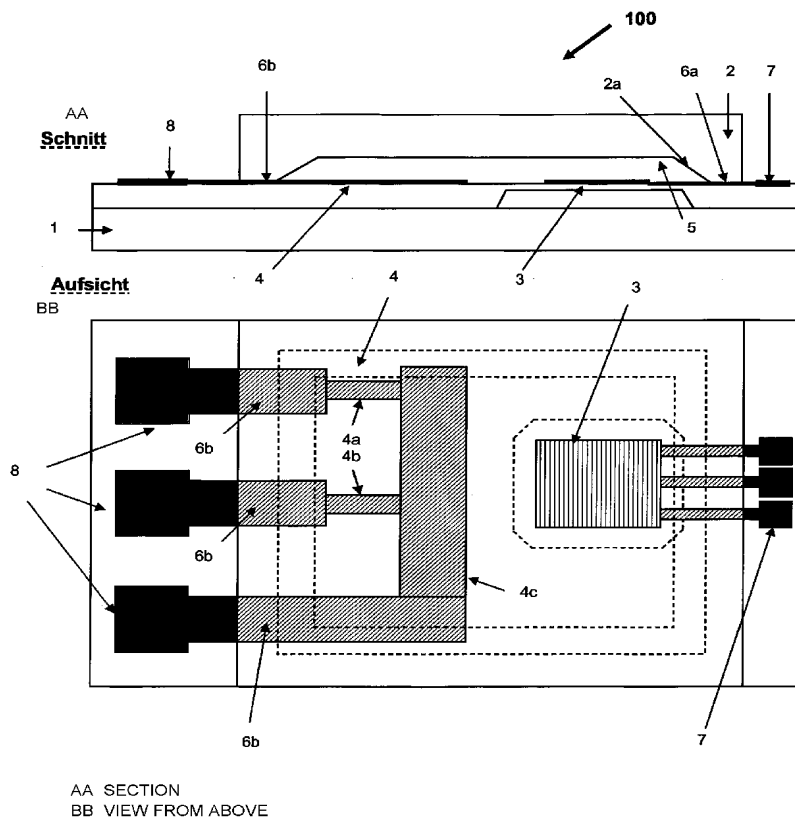
(74) Anwalt: **LEONHARD, Reimund**; Leonhard Olgemoeller  
Fricke, Postfach 10 09 62, 80083 Muenchen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TIGHTNESS TEST FOR DISK BOND CONNECTIONS AND TEST STRUCTURE FOR CARRYING OUT SAID METHOD

(54) Bezeichnung: PRUEFUNG DER DICHTIGKEIT VON SCHEIBENBONDVERBINDUNGEN UND TESTSTRUKTUR ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS



(57) Abstract: The invention relates to a method and test structure for testing the tightness of bond connections, comprising the following: points are provided on the pair of disks (1,2) which are to be connected, wherein hermetically sealed cavities (5) are also formed, as is common in micromechanical systems (MEMS), for example, when said disks are connected. A pressure sensor structure (3) and a structure (4), such as metal tracks having a reduced cross-section and which are constructed according to the safety fuse principle and which melt or evaporate when a current flow is generated via electrodes (8) which lead outside the cavity, are used to modify the inner pressure of the cavity from the outside and are respectively located in said cavities. Temporal modification of the modified inner pressure is tracked and measured.

(57) Zusammenfassung: Es werden ein Verfahren und eine Teststruktur zur Prüfung der Dichtigkeit von Bondverbindungen beschrieben, die darin bestehen, dass auf dem zu verbindenden Scheibenpaar (1,2) Stellen vorgesehen werden, an denen bei der Scheibenverbindung zusätzlich hermetisch abgeschlossene Hohlräume (5) entstehen, wie sie z. B. bei

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/085791 A1



FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht*

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

mikroelektromechanischen Systemen (MEMS) üblich sind. In diesen Hohlräumen befindet sich jeweils eine Drucksensorstruktur (3) und eine Struktur (4), mit deren Hilfe der Innendruck der Kavität von außen verändert werden kann, wie Metallbahnen mit verengtem Querschnitt, die nach dem Prinzip einer Schmelzsicherung aufgebaut sind und bei Erzeugung eines Stromflusses über die nach außerhalb der Kavität führende Elektroden (8) schmelzen oder verdampfen. Die zeitliche Änderung des veränderten Innendrucks wird dabei messend verfolgt.

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Qualitätsüberwachung, also eine Dichtigkeitsprüfung von Scheibenbondverbindungen wie sie beispielsweise zur Herstellung von MEMS (mikroelektromechanische Strukturen) angewendet werden, indem beispielsweise Glas- und Siliziumscheiben zur Erzeugung hermetisch dichter  
10 Hohlräume bzw. Kavitäten gebildet werden, in denen sich der mikromechanische Sensorteil befindet. Solche Sensorteile erfordern eine hohe Dichtigkeit des Hohlraumes, da die Zuverlässigkeit und Lebensdauer des Bauelements in hohem Maße von der Dichtigkeit der Scheibenverbindung abhängig ist.

15 Im Normalfall wird so vorgegangen, dass bei der Ausarbeitung des Bondverfahrens mit Hilfe von speziellen Kontrollmethoden, z. B. mittels Infrarotmikroskopie, die Dichtigkeit geprüft wird und in Abhängigkeit davon die Verfahrensparameter optimiert werden. Undichtigkeiten, welche sich im laufenden Fertigungsbetrieb ergeben können, zeigen sich erst viel später durch Datenänderung der fertigen Bauelemente. Das Aussortieren  
20 der fertigen Bauelemente ist jedoch ein relativ teures Verfahren, da dann ein großer Teil sehr aufwendiger und komplexer Prozessschritte für Bauelemente, die dann nicht den geforderten Spezifikationen entsprechen, aufzuwenden war.

25 Im Stand der Technik sind diverse Verfahren zur Prüfung von Hohlräumen in Scheibenbondverbindungen beschrieben, die jedoch für zur Prüfung der Dichtigkeit von Hohlräumen unter Produktionsbedingungen nur bedingt geeignet sind.

30 So zeigt beispielsweise Nese et al., "New method for testing hermeticity of silicon sensor structures", A 53 (1996), Seiten 349 bis 352 ein Verfahren zur Beurteilung von Halbleiterscheibenbondverfahren hinsichtlich der hermetischen Dichtigkeit, bei dem die Gaskonzentration in dem hermetisch dichten Hohlraum eines Testchips mittels FTIR-Spektroskopie (Fourier-Transform-Infrared-Spektroskopie) gemessen wird.

35 DE-B 197 39 961 beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung des Gasdrucks in einem Hohlraum mit verformbaren Wänden eines Halbleiterbauelements, das auf einer Resonanzfrequenzmessung beruht. Weiterhin ist aus DE-A 101 36 219 ein Verfahren bekannt, bei dem zur Dichtigkeitsprüfung von hermetisch dichten Sensoren eine Kapazitätsmessung der unter definierten Bedingungen in einer Prüfflüssigkeit

getauchten Prüflinge vorgenommen wird, wobei im speziellen Falle die Prüflinge vorher einem Vakuum ausgesetzt waren.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Technik zur Dichtigkeitsprüfung anzugeben, die in relativ kurzer Zeit zu einem sicheren Ergebnis führt, so dass damit die Dichtigkeitsprüfung auch im Rahmen einer Fertigungskontrolle im Scheibenprozess anwendbar ist.

Die Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung durch ein Verfahren zur Bewertung der Dichtigkeit von Scheibenverbindungen gelöst, wobei das Verfahren das Herstellen einer Teststruktur umfasst. Die Teststruktur wird durch Bilden einer mikromechanischen Sensorstruktur und einer benachbarten Schmelzstruktur mit elektrischen Leitbahnen und ersten Kontaktierinseln, die mit der mikromechanischen Sensorstruktur verbunden sind, und zweiten Kontaktierinseln, die mit der Schmelzstruktur verbunden sind, auf einer Basisscheibe gebildet, und es wird ein Hohlraum durch Verbinden einer Deckscheibe mit der Basisscheibe so geschaffen, dass die mikromechanische Sensorstruktur und die Schmelzstruktur in dem Hohlraum liegen. Ferner umfasst das Verfahren Einprägen eines Stromes in die zweiten Kontaktierinseln, um zum Zwecke der Dichtigkeitsprüfung des Hohlraums die Schmelzstruktur zum Schmelzen zu bringen, wodurch eine Druckänderung im Innenbereich des Hohlraums erzeugt wird, welche in ihrem zeitlichen Verlauf mit Hilfe der mikromechanischen Sensorstruktur gemessen wird.

Mittels dieser Technik können fehlerhafte Scheibenverbindungen unmittelbar nach dem Bondprozess erkannt und so frühzeitig aus dem Prozess ausgeschleust werden. Dadurch werden Fertigungskosten eingespart und die Langzeitzuverlässigkeit der Bauelemente wird erhöht. Da ferner die Bewertung der Dichtigkeit generell von innen erfolgt, haben Umwelteinflüsse keinen oder nur sehr geringen Einfluss auf die Druckbewertung des Hohlraums. Ferner lässt sich der Aufwand hinsichtlich der Testausrüstung relativ gering halten.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner das Herstellen mehrerer mikroelektromechanischer Strukturen (MEMS) auf der Scheibenverbindung.

Damit lässt sich insbesondere auch die Dichtigkeit bzw. Zuverlässigkeit der MEMS während des Herstellungsprozesses sehr präzise bestimmen, da die den Prozess der Herstellung der Teststruktur betreffenden Verfahrensparameter im Wesentlichen in identischer Weise auch die Herstellung der MEMS-Strukturen beeinflussen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform werden mehrere Teststrukturen an bestimmten Stellen der Scheibenverbindung hergestellt.

5 Auf diese Weise lässt sich eine sehr effiziente Prozessüberwachung gewährleisten, die auch Fluktuationen von Prozessparameter erkennen lässt, die sich in sehr lokaler Weise über die Scheibenfläche hinweg auswirken.

10 In einer weiteren Ausführungsform wird die unter dem veränderten Druck stehende Teststruktur gezielt Stress-Bedingungen ausgesetzt, wobei durch Vergleich der Messwerte der mikromechanischen Sensorstruktur vor und nach dem Ausüben der Stressbedingung Aussagen zur Zuverlässigkeit gewonnen werden.

15 Auf Grund dieser Beaufschlagung mit einer gegebenen Belastung bzw. einem Stress kann das Verhalten der Teststruktur und damit auch anderer Bauelemente bzw. die Eigenschaft der Scheibenverbindung insgesamt bewertet werden, so dass damit auch Aussagen über das künftige Verhalten der Teststruktur oder anderer Bauelemente möglich sind. Beispielsweise kann der vordefinierte Stress den Betrieb bei gewissen Temperaturbedingungen, beispielsweise bei erhöhten oder geringen Temperaturen, 20 und/ oder den Betrieb bei gewissen Feuchtigkeitsbedingungen und/oder den Betrieb bei gewissen mechanischen Belastungen und dergleichen mit einschließen. So kann beispielsweise aus dem Betrieb bei erhöhten Temperaturen und den aus diesem Betrieb erkannten Verhalten der Teststruktur hinsichtlich der Dichtigkeitsänderung auf die zu erwartende Alterung der Teststruktur bzw. anderer Bauelemente geschlossen 25 werden.

30 In einer weiteren Ausführungsform werden die mehreren Teststrukturen entsprechend vorgegebenen Kriterien der Qualitätsüberwachung für die mikroelektromechanischen Strukturen angeordnet.

35 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Überwachung einer mikroelektromechanischen Struktur bereitgestellt. Das Verfahren umfasst das Herstellen einer Teststruktur gemäß einem Herstellungsverfahren, wie es in den vorhergehenden Ausführungsformen beschrieben ist. Ferner umfasst das Verfahren das Herstellen der mikroelektromechanischen Struktur so, dass diese einen funktionellen Verband mit der Teststruktur bildet. Des weiteren wird die mikroelektromechanische Struktur betrieben und es wird ein Strom in die Schmelzstruktur der Teststruktur eingeprägt. Schließlich werden die Messwerte der

mikromechanischen Sensorstruktur ausgewertet, um eine Online-Überwachung der mikroelettromechanischen Struktur durchzuführen.

Durch das Ausbilden der Teststruktur und der MEMS als Verband kann auch nach dem  
5 Vereinzeln der Bauelemente die Funktion der MEMS auch während der Phase der Anwendung überwacht werden.

In einer weiteren Ausführungsform weist die Schmelzstruktur der Teststruktur mehrere  
10 Sollschmelzstellen auf, wobei das Verfahren ferner umfasst: Auslösen eines Schmelzvorgangs der mehreren Sollschmelzstellen nacheinander und Bewerten der Messergebnisse, die von der mikromechanischen Sensorstruktur erhalten werden, um die Online-Überwachung auszuführen.

Damit lässt sich die Online-Überwachung flexibler gestalten, die zu verschiedenen  
15 Zeitpunkten Messwerte gewonnen werden können. Ferner lässt sich auch die Teststruktur auch bereits während der Herstellungsphase des Verbands zur Ermittlung von Messdaten verwenden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Teststruktur zur  
20 Prüfung der Dichtigkeit von Scheibenbondverbindungen bereitgestellt. Die Teststruktur umfasst einen Bereich einer Basisscheibe, einen Bereich einer Deckscheibe und einen Hohlraum, der durch Scheibenverbindung der Basisscheibe und der Deckscheibe gebildet ist. Ferner umfasst die Teststruktur eine drucksensitive mikromechanische Struktur, die in dem Hohlraum (5) angeordnet ist, und eine Schmelzstruktur, die in dem  
25 Hohlraum angeordnet ist. Die Teststruktur umfasst ferner erste Kontaktierinseln, die außerhalb des Hohlraums liegen und mit der drucksensitiven mikromechanischen Struktur verbunden sind, und zweite Kontaktierinseln, die außerhalb des Hohlraums angeordnet sind und mit der Schmelzstruktur verbunden sind. Des Weiteren sind in der Teststruktur Leitbahnen vorgesehen, die eine Verbindung von der Schmelzstruktur zu  
30 den zweiten Kontaktierinseln und von der drucksensitiven mikromechanischen Struktur zu den ersten Kontaktierinseln bilden.

Auf Grund dieses Aufbaus der Teststruktur lässt sich das Dichtigkeitsverhalten der  
35 durch Scheibenverbundprozesse gebildeten Teststruktur selbst, sowie die Dichtigkeit und damit das Bauteilverhalten von weiteren Bauelementen, die ggf. zusammen mit der Teststruktur unter Einsatz der gleichen Prozessparameter hergestellt wurden, bewerten.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist die Schmelzstruktur eine Sollschmelzstelle auf. Damit lassen sich definierte Zustände beim Schmelzen und Verdampfen des Materials der Sollschmelzstelle erreichen.

5 In einer weiteren Ausführungsform sind mehrere Schmelzstellen in der Schmelzstruktur vorgesehen, wobei die Schmelzstellen durch das Design der Struktur definiert sind, wodurch der Schmelzvorgang in begrenzter Anzahl nacheinander wiederholt werden kann.

10 Mit einer derartigen Anordnung ist es möglich, mehr als einen Druckänderungsprozess in der Teststruktur hervorzurufen, so dass detailliertere Untersuchungen möglich sind. Beispielsweise können damit die diversen Phasen des Herstellungsprozesses untersucht werden, da entsprechende Dichtigkeitsprüfungen mehrmals in zeitlicher Abfolge durchgeführt werden können.

15 Des weiteren ermöglicht das Vorsehen mehrerer Sollschmelzstellen eine effiziente Online-Überwachung der Teststruktur und damit ggf. auch im Verband dazu vorliegender anderer MEMS-Strukturen, da Dichtigkeitsprüfungen während verschiedener Betriebsphasen der Teststruktur bzw. dieser zugeordneten MEMS-  
20 Strukturen durchgeführt werden können. Des weiteren bietet sich die Möglichkeit an, die Teststruktur mehrmals unter jeweils verschiedenen Stress-Bedingungen zu untersuchen, so dass auf der gleichen Chipfläche eine sehr detaillierte Prüfung in lokaler Weise durchgeführt werden kann.

25 In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die Schmelzstruktur aus Metall aufgebaut und bei Stromfluss schmelzende Teile im Innenbereich verlaufen mäanderförmig.

30 Auf Grund dieses Aufbaus ergibt sich eine äußerst kompakte und fertigungstechnisch effiziente Struktur.

In einer weiteren Ausführungsform weist das Metall der Schmelzstruktur Aluminium auf.

35 Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Scheibenverbindung bereitgestellt, die eine mikroelektromechanische Struktur (MEMS) und eine Teststruktur zur Bewertung der Dichtigkeit der Scheibenverbindung umfasst, die so aufgebaut ist, wie dies in den vorhergehenden Ausführungsformen beschrieben ist.

In einer weiteren Ausführungsform sind mehrere Teststrukturen und mehrere mikroelektromechanische Strukturen vorgesehen sind.

5 Auf diese Weise lassen sich Messdaten vor dem Vereinzeln der Bauelemente in sehr effizienter Weise gewinnen, wie dies bereits beschrieben ist.

In einer weiteren Ausführungsform sind die mehreren Teststrukturen gemäß den Kriterien zur Qualitätssicherung der mehreren mikroelektromechanischen Strukturen angeordnet.

10 In einer weiteren Ausführungsform sind die Teststruktur und die mikroelektromechanische Struktur als Verband angeordnet sind. Dadurch tritt nach dem Vereinzeln der Bauelemente der Verband als funktionelle Einheit auf und lässt eine Online-Überwachung zu.

15 Weitere vorteilhafte Ausführungsformen, Merkmale und Vorteile gehen auch aus der folgenden detaillierten Beschreibung sowie den angefügten Patentansprüchen hervor.

20 ... ..



In der folgenden detaillierten Beschreibung weiterer anschaulicher Ausführungsbeispiele wird auf die Zeichnungen verwiesen, die einen Bestandteil der Beschreibung bilden, wobei:

Figur 1 eine Schnittansicht und eine Draufsicht auf eine Scheibenverbindung mit einer Teststruktur zeigt, und

Figur 2 schematisch eine Draufsicht auf eine Scheibenverbindung mit mehreren Teststrukturen und mehreren mikroelektromechanischen Strukturen (MEMS) zeigt.

Figur 1 zeigt im oberen Teil des Bildes schematisch den Aufbau einer Teststruktur 100 im Querschnitt. Die Teststruktur 100 umfasst eine Basisscheibe 1 bzw. einen Bereich davon, die beispielsweise in Form einer Siliziumscheibe, einer Glasscheibe oder einem anderen geeigneten Träger vorgesehen sein kann. Des weiteren ist eine Deckscheibe 2 bzw. eine Bereich davon mit Einsenkungen 2a über der Basisscheibe 1 so angeordnet, dass ein Hohlraum bzw. eine Kavität 5 gebildet ist. In dem Hohlraum 5 ist eine drucksensitive Sensorstruktur 3 angeordnet, die mittels Leitbahnen 6a mit entsprechenden Kontaktierinseln 7 verbunden ist. Die Leitbahnen 6a sind so ausgebildet, dass diese von den außerhalb des Hohlraums 5 liegenden Kontaktierinseln 7 eine elektrische Verbindung zu der drucksensitiven Sensorstruktur 3 bilden, wobei die hermetische Dichtheit des Hohlraums 5 im Wesentlichen gewahrt bleibt. Ferner umfasst die Teststruktur 100 eine Schmelzstruktur 4, die eine oder mehrere Sollschesmelzstellen aufweist. In der Draufsicht auf die Struktur 100, die in den unteren Teil der Fig. 1 dargestellt ist, ist die Schmelzstruktur 5 mit zwei Sollschesmelzstellen 4a, 4b gezeigt, wobei in anderen Ausführungsformen eine oder mehr als zwei Sollschesmelzstellen 4a, 4b vorgesehen sein können. Die Schmelzstruktur 4 ist in einer vorteilhaften Ausführungsform aus Metall aufgebaut, beispielsweise Aluminium, so dass hierbei auf gut bewährte Metallisierungsverfahren bei der Herstellung der Struktur 4 zurückgegriffen werden kann, die im Stand der Technik der Halbleitertechnologie bekannt sind. Ferner kann die Leiterführung in den Sollschesmelzstellen 4a, 4b mäanderförmig vorgesehen sein. Die Sollschesmelzstellen 4a, 4b sind über eine gemeinsame Elektrode 4c und mehrere Leitbahnen 6b mit entsprechenden Kontaktierinseln 8 verbunden.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel können die Sollschesmelzstellen 4a, 4b wahlweise individuell oder gemeinsam durch Anlegen einer geeigneten Spannung zwischen der mit der gemeinsamen Elektrode 4c direkt verbundenen Kontaktierinsel 8 und den mit den entsprechenden Sollschesmelzstellen 4a, 4b direkt verbundenen

Kontaktierinseln 8 angesteuert werden. Ebenso wie bei der drucksensitiven Sensorstruktur 3 bilden die Leitbahnen 6b eine Verbindung zwischen den Kontaktierinseln 8 und den Sollschnmelzstellen 4a, 4b und der Gegenelektrode 4c derart, dass die Dichtigkeit des Hohlraums 5 im Wesentlichen bewahrt bleibt.

Bei der Herstellung der Teststruktur 100 wird bei der Verbindung der Basisscheibe 1 mit der Deckscheibe 2 der Hohlraum 5 geschaffen, in welchem die Schmelzstruktur 4 und die drucksensitive Struktur 3 sodann gemeinsam angeordnet sind, wobei diese zuvor auf der Basisscheibe 1 durch aus der Halbleitertechnologie bekannte Herstellungsverfahren gebildet wurden. Die Teststrukturen 100 können dabei in zahlreicher Form auf der Basisscheibe 1 vorgesehen werden, wobei die Anzahl und die Lage der Teststrukturen 100 beispielsweise auf der Grundlage der Prinzipien der Qualitätskontrolle erfolgen kann, wenn die Teststrukturen 100 zur Qualitätsüberwachung bei der Fertigung von Scheibenverbundstrukturen verwendet werden sollen, die entsprechende MEMS-Strukturen enthalten, die ebenfalls einen Hohlraum aufweisen, dessen Dichtigkeit es zu überprüfen gilt.

Fig. 2 zeigt schematisch eine Draufsicht einer typischen Scheibenverbindung bzw. Verbundhalbleiterscheibe 200, wie sie zur Fertigung von MEMS-Strukturen und Teststrukturen der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann. Hierbei sind mehrere Teststrukturen 100 über die Scheibe 200 hinweg verteilt angeordnet, um damit ggf. lokale Fluktuationen des gesamten Fertigungsprozesses für die Scheibe 200 ermitteln zu können. In der gezeigten Ausführungsform sind hierbei auch eine oder mehrere MEMS-Strukturen 201 vorgesehen, die ebenfalls einen Hohlraum, ähnlich dem Hohlraum 5 aus Fig. 4, aufweisen können, in welchem ein mikromechanisches Sensorelement angeordnet sein kann. In der gezeigten Ausführungsform sind jeweils ein Verband 203 aus einer Teststruktur 100 und einer MEMS 201 gezeigt, so dass bei einer Vereinzelung der einzelnen funktionalen Elemente der Scheibe 200 beispielsweise eine Teststruktur 100 zusammen mit einer MEMS 201 als funktionale Einheit erhalten wird. In anderen Anwendungsbeispielen, sind die Teststrukturen 100 im Hinblick auf verfügbare Chipfläche sowie auf eine möglichst hohe statistische Relevanz entsprechender Messergebnisse verteilt. Des weiteren kann die Scheibe 200 lediglich Teststrukturen 100 oder gemeinsam Teststrukturen 100 und MEMS 201 aufweisen, wobei bei der Vereinzelung die Teststrukturen 100 einzeln bereitgestellt werden, so dass diese dann für weitere Verwendungszwecke vorgesehen werden können.

Wie zuvor bereits erwähnt ist, können bei der Fertigung der Teststruktur 100 und/oder der MEMS 201 Prozessparameterfluktuationen auftreten, die den Herstellungsprozess beeinträchtigen können. Des weiteren können bei der Entwicklung entsprechender

Herstellungsverfahren die Bedeutung bzw. der Einfluss der einzelnen Prozessparameter unter Umständen nicht exakt vorhergesagt werden, so dass eine Bewertung des Bauteilzustandes während gewisser Herstellungsphasen Aufschluss über die Bedeutung einzelner Prozessparameter bringen kann. In anderen  
5 Anwendungsbereichen, beispielsweise, wenn die Teststruktur 100 als Verband 203 mit der MEMS 201 als funktionale Einheit gebildet wird, kann der Status der funktionalen Einheit und damit der MEMS 201 durch Messdaten ermittelt werden, die durch Betreiben der Teststruktur 100 gewonnen werden können. Insbesondere lässt sich damit eine Online-Überwachung der MEMS 201 erreichen.

10 Beim Betreiben der Teststruktur wird über ausgewählte Leitbahnen 6b der Schmelzstruktur 4 ein geeigneter Strom eingeprägt, so dass die entsprechend angesteuerte Sollschmelzstelle 4a, 4b schmilzt und dabei verdampft. Beispielsweise kann in der in Figur 1 unten gezeigten Ausführungsform durch Anlegen einer Spannung  
15 an die oberste und die unterste Kontaktierinsel 8 ein entsprechender Stromfluss durch die Sollschmelzstelle 4a stattfinden. Dabei können vor und/oder während und nach dem Durchschmelzen der entsprechenden Sollschmelzstelle 4a, 4b über die Kontaktierinseln 7 gewonnene elektrische Signale, die den Druck im Innenbereich des Hohlraums 5 repräsentieren, gewonnen werden, wobei der Verlauf des Druckes, der sich auf Grund  
20 des Schmelz- bzw. Verdampfungsvorganges ändert, Hinweise gibt über die Dichtigkeit des Hohlraums 5. D. h., der zeitliche Verlauf der gemessenen Druckwerte gibt Aufschluss über die Dichtigkeit der Scheibenverbindung. Somit lässt sich beispielsweise nach Abschluss einer gewissen Herstellungsphase, in der die Teststruktur 100 bereits funktionsfähig ist, die Qualität der Dichtigkeit des Hohlraums 5 bewerten, woraus sich  
25 auch ein Rückschluss auf die Dichtigkeit entsprechender Hohlräume in den MEMS 201 ergibt. Hierbei kann die Verteilung der Teststrukturen 100 auf der Scheibe, beispielsweise der Scheibe 200, so erfolgen, dass den Prinzipien der Fertigungskontrolle Rechnung getragen wird, wenn das Verfahren zur Qualitätsüberwachung bei der MEMS-Scheibenfertigung eingesetzt wird. Des weiteren  
30 lässt sich die Teststruktur 100 auch als einzelntes Element einsetzen oder es kann als der Verband 203 mit dem MEMS 201 zusammen verwendet werden, so dass sie beispielsweise bei parallelem Einsatz in sicherheitsrelevanten MEMS-Bauelementen als sogenannte Online-Überwachung dienen kann.

35 Beim Betreiben der Teststruktur 100, wenn in dieser mehrere Sollschmelzstellen 4a, 4b vorgesehen sind, können diese gleichzeitig oder selektiv zum Schmelzen gebracht werden. In einer Betriebsweise können beispielsweise die Sollschmelzstellen 4a, 4b aus Fig. 1 zeitlich nacheinander zum Schmelzen gebracht werden, so dass sich entsprechende Messergebnisse zu verschiedenen Zeiten ermitteln lassen. Auf diese

Weise lässt sich sowohl eine effiziente Online-Überwachung von MEMS-Bauelementen realisieren, sowie auch eine sehr effiziente Überwachung des Fertigungsprozesses sowie eine Bewertung der Zuverlässigkeit der Scheibenverbindung erreichen. Zu diesem Zwecke kann die Teststruktur 100 einem Belastungstest unterzogen werden, in welchem vorgegebene Stress-Bedingungen eingestellt werden, um die entsprechenden Auswirkungen auf das Verhalten der Teststruktur 100 und damit ggf. auf die MEMS 201 zu untersuchen. Zum Beispiel kann die Teststruktur 100 zur Bewertung der Dichtigkeit des Hohlraums 5, woraus sich dann weitere Hinweise über die Zuverlässigkeit der Teststruktur 100 und damit der Scheibenverbindung 200 gewinnen lassen, durch Verwendung der Sollsammelstelle 4a in einem ersten vorgegebenen Zustand verwendet werden. Danach können vorgegebene Stress-Bedingungen ausgeübt werden, beispielsweise kann die Scheibe bei hohen oder tiefen Temperaturen, bei hoher und tiefer Feuchtigkeit, bei Einwirkung mechanischer Kräfte, etc. betrieben bzw. gehalten werden. Während oder nach einer derartigen Einwirkung einer vorgegebenen Stress-Situation kann die Teststruktur 100 erneut mittels der Sollsammelstelle 4b betrieben werden, um damit einen entsprechenden Einfluss der Stress-Situation auf die Zuverlässigkeit der Teststruktur 100 und damit der Scheibenverbindung 200 und/oder der MEMS 201 zu ermitteln. Selbstverständlich können derartige Stress-Untersuchungen auch mit nur einer einzelnen Sollsammelstelle durchgeführt werden.

Mit Bezug zur Figur 1 seien jetzt noch weitere Ausführungsformen beschrieben. Ein Verfahren zur Bewertung der Dichtigkeit von Scheibenverbindungen, insbesondere beim Bonden von Scheiben zur Herstellung von mikro-elektromechanischen Strukturen (MEMS), bei denen sich der mikro-mechanische Sensorteil in einem hermetisch dicht geschlossenen Hohlraum (Kavität) 5 befindet, zeichnet sich des weiteren aus, dass verteilt auf die Scheibenfläche an bestimmten Stellen zusätzlich zu den MEMS mikromechanische Sensorstrukturen 3 und benachbart zu diesen Schmelzstrukturen 4 mit elektrischen Leitbahnen 6 und außerhalb der Kavität liegenden Kontaktierinseln 7 und 8 so hergestellt werden, dass jeweils ein mikromechanischer Sensor 3 und eine Schmelzstruktur 4 nach der Scheibenverbindung mit der die Hohlräume für die MEMS und die Teststruktur bildenden Deckscheibe 2 in ein und demselben Hohlraum 5 zu liegen kommen, dass nach dem Scheibenverbindungsprozeß zum Zweck der Dichtigkeitsprüfung über die elektrischen Außenkontakte 8 mittels eines Stromes die Schmelzstruktur 4 zum Schmelzen gebracht wird, wodurch eine Druckänderung im Innenbereich des Hohlraumes 5 erzeugt wird, welche in ihrem zeitlichen Verlauf mit Hilfe der Sensorstruktur 3 gemessen wird.

Ferner wird die unter dem veränderten Druck stehende Teststruktur gezielt gestresst wird (Temperatur/ Feuchte/ mechanisch usw.) und es werden durch Vergleich der

Meßwerte der drucksensitiven Struktur 3 vor und nach dem Stress Aussagen zur Zuverlässigkeit gewonnen.

5 Eine Teststruktur, die nach dem vorhergehenden Verfahren arbeitet, zeichnet sich dadurch aus, daß die Schmelzstruktur 4 aus Metall besteht, und die bei Stromfluß schmelzenden Teile im Innenbereich 5 mäanderförmig verlaufen.

Ferner besteht in einer Ausführungsform die Teststruktur aus Aluminium.

10 Ferner sind in einer Ausführungsform mehrere Schmelzstellen in der Schmelzstruktur 4 vorhanden, wobei die Sollschmelzstellen durch das Design der Struktur definiert sind, wodurch der Schmelzvorgang in begrenzter Anzahl nacheinander wiederholt werden kann.

15

• • • • •

## Ansprüche:

1. Verfahren zur Bewertung der Dichtigkeit einer Scheibenverbindung (200), wobei das Verfahren umfasst
  - Herstellen einer Teststruktur (100) durch
    - Bilden einer mikromechanischen Sensorstruktur (3) und einer benachbarten Schmelzstruktur (4) mit elektrischen Leitbahnen (6a,6b) und ersten Kontaktierinseln (7), die mit der mikromechanischen Sensorstruktur (3) verbunden sind, und zweiten Kontaktierinseln (8), die mit der Schmelzstruktur (4) verbunden sind, auf einer Basisscheibe (1),
    - Schaffen eines Hohlraums (5) durch Verbinden einer Deckscheibe (2) mit der Basisscheibe (1) so, dass die mikromechanische Sensorstruktur (3) und die Schmelzstruktur (4) in dem Hohlraum (5) liegen;
  - Einprägen eines Stromes in die zweiten Kontaktierinseln (8), um die Schmelzstruktur (4) zum Zwecke der Dichtigkeitsprüfung des Hohlraums (5) zum Schmelzen zu bringen, wodurch eine Druckänderung im Innenbereich des Hohlraums (5) erzeugt wird, welche Änderung einen zeitlichen Verlauf aufweist, der mit Hilfe der mikromechanischen Sensorstruktur (3) gemessen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner umfasst: Herstellen mehrerer mikroelettromechanischen Strukturen (201) auf der Scheibenverbindung (200).
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei mehrere Teststrukturen (100) an bestimmten Stellen der Scheibenverbindung (200) hergestellt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die mehreren Teststrukturen (100) entsprechend vorgegebenen Kriterien der Qualitätsüberwachung für die mikroelettromechanischen Strukturen (201) angeordnet werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die unter dem veränderten Druck stehende Teststruktur (100) gezielt Stress-Bedingungen ausgesetzt wird und wobei durch Vergleich der Messwerte der mikromechanischen Sensorstruktur (3) vor und nach dem Ausüben der Stressbedingung Aussagen zur Zuverlässigkeit gewonnen werden.

6. Verfahren zur Überwachung der Funktion einer mikroelektromechanischen Struktur (201), wobei das Verfahren umfasst:

- Herstellen einer Teststruktur (100) durch:

-- Bilden einer mikromechanischen Sensorstruktur (3) und einer benachbarten Schmelzstruktur (4) mit elektrischen Leitbahnen (6a,6b) und ersten Kontaktierinseln (7), die mit der mikromechanischen Sensorstruktur (3) verbunden sind, und zweiten Kontaktierinseln (8), die mit der Schmelzstruktur (4) verbunden sind, auf einer Basisscheibe (1);

-- Schaffen eines Hohlraums (5) durch Verbinden einer Deckscheibe (2) mit der Basisscheibe (1) so, dass die mikromechanische Sensorstruktur (3) und die Schmelzstruktur (4) in dem Hohlraum (5) liegen,

- Herstellen der mikroelektromechanischen Struktur (201) so, dass diese einen funktionellen Verband mit der Teststruktur (100) bildet,

- Betreiben der mikroelektromechanischen Struktur (201),

- Einprägen eines Stromes in die Schmelzstruktur (4) der Teststruktur (100);

- Auswerten der Messwerte der mikromechanischen Sensorstruktur (3), um eine Online-Überwachung der mikroelektromechanischen Struktur (201) durchzuführen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Schmelzstruktur (4) der Teststruktur (100) mehrere Sollschmelzstellen (4a, 4b) aufweist, und wobei das Verfahren ferner umfasst: Auslösen eines Schmelzvorgangs der mehreren Sollschmelzstellen nacheinander und Bewerten der Messergebnisse, die von der mikromechanischen Sensorstruktur (3) erhalten werden, um die Online-Überwachung auszuführen.

... ..

8. Teststruktur zur Bewertung einer Dichtigkeit von Scheibenverbindungen, mit
- einem Bereich einer Basisscheibe (1) und einem Bereich einer Deckscheibe (2),
  - einem Hohlraum (5), der durch eine Scheibenverbindung der Basisscheibe (1) und der Deckscheibe (2) gebildet ist,
  - einer drucksensitiven mikromechanischen Struktur (3), die in dem Hohlraum (5) angeordnet ist,
  - einer Schmelzstruktur (4), die in dem Hohlraum (5) angeordnet ist,
  - ersten Kontaktierinseln (7), die außerhalb des Hohlraums (5) liegen und mit der drucksensitiven mikromechanischen Struktur (3) verbunden sind,
  - zweiten Kontaktierinseln (8), die außerhalb des Hohlraums (5) angeordnet sind und mit der Schmelzstruktur (4) verbunden sind,
  - Leitbahnen (6a, 6b), die eine Verbindung von der Schmelzstruktur (4) zu den zweiten Kontaktierinseln (8) und von der drucksensitiven mikromechanischen Struktur (3) zu den ersten Kontaktierinseln (7) bilden.
9. Teststruktur nach Anspruch 8, wobei die Schmelzstruktur eine Sollschmelzstelle (4a,4b) umfasst.
10. Teststruktur nach Anspruch 8 und/oder 9, wobei die Schmelzstruktur aus Metall aufgebaut ist.
11. Teststruktur nach Anspruch 10, wobei das Metall Aluminium enthält.
12. Teststruktur nach Anspruch 11, wobei bei Stromfluss schmelzende Teile der Schmelzstruktur (4) im Hohlraum (5) mäanderförmig verlaufen.
13. Teststruktur nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei mehrere Sollschmelzstellen (4a,4b) in der Schmelzstruktur (4) vorgesehen sind und wobei die Sollschmelzstellen (4a, 4b) durch das Design der Schmelzstruktur (4) definiert sind, wodurch ein Schmelzvorgang in begrenzter Anzahl nacheinander wiederholbar ist.



14. Scheibenverbindung (200), die umfasst

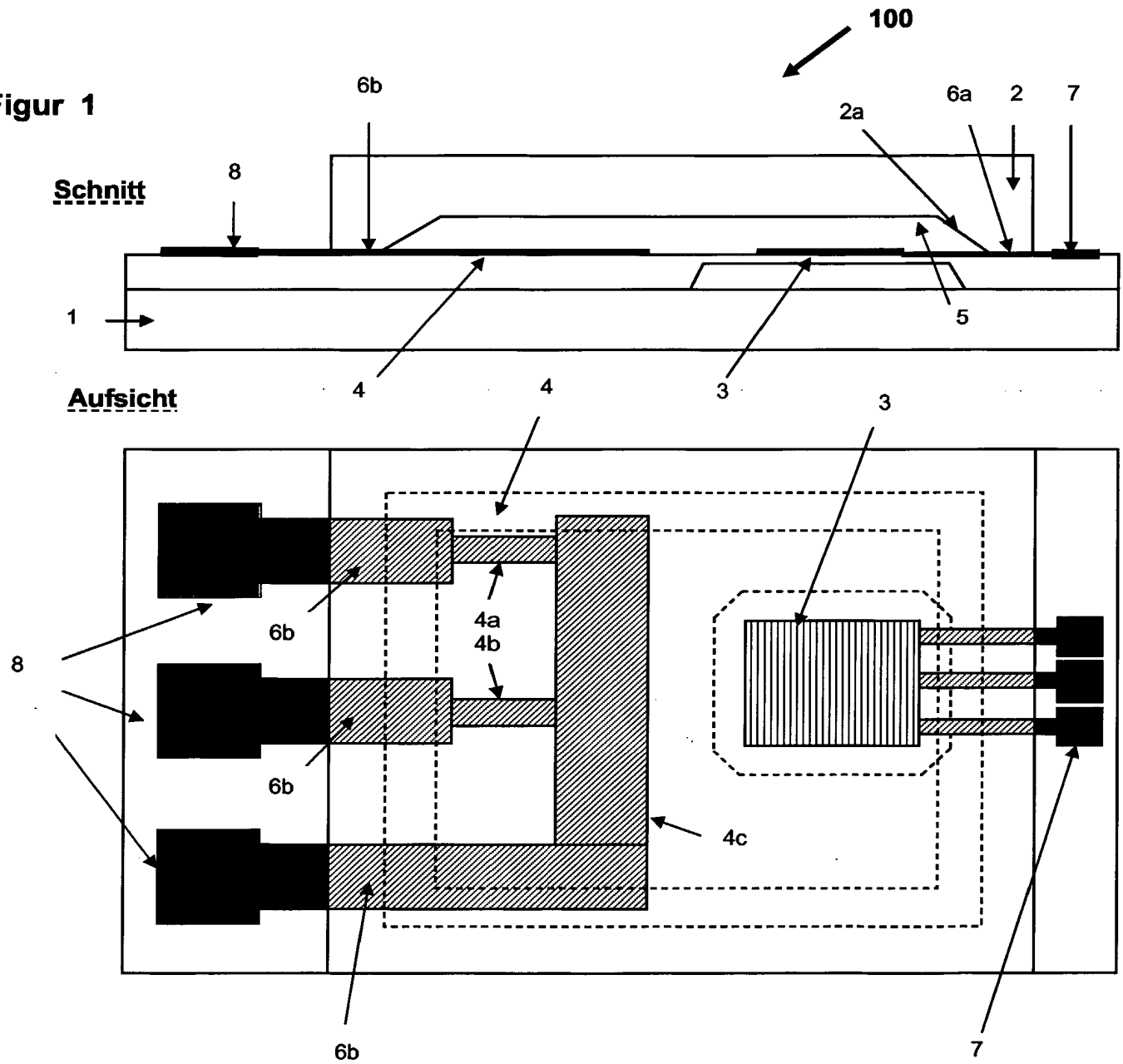
- eine Teststruktur (100) zur Bewertung der Dichtigkeit der Scheibenverbindung (200) mit
  - einer Basisscheibe (1) und einer Deckscheibe (2),
  - einem Hohlraum (5), der durch Scheibenverbindung der Basisscheibe (1) und der Deckscheibe (2) gebildet ist,
  - einer drucksensitiven mikromechanischen Struktur (3), die in dem Hohlraum (5) angeordnet ist,
  - einer Schmelzstruktur (4), die in dem Hohlraum (5) angeordnet ist,
  - ersten Kontaktierinseln (7), die außerhalb des Hohlraums (5) liegen und mit der drucksensitiven mikromechanischen Struktur (3) verbunden sind,
  - zweiten Kontaktierinseln (8), die außerhalb des Hohlraums (5) angeordnet sind und mit der Schmelzstruktur (4) verbunden sind und
  - Leitbahnen (6a,6b), die eine Verbindung von der Schmelzstruktur (4) zu den zweiten Kontaktierinseln (8) und von der drucksensitiven mikromechanischen Struktur (3) zu den ersten Kontaktierinseln (7) bilden,
- eine mikroelektromechanische Struktur (201).

15. Scheibenverbindung nach Anspruch 14, wobei mehrere Teststrukturen (100) und mehrere mikroelektromechanische Strukturen (201) vorgesehen sind.

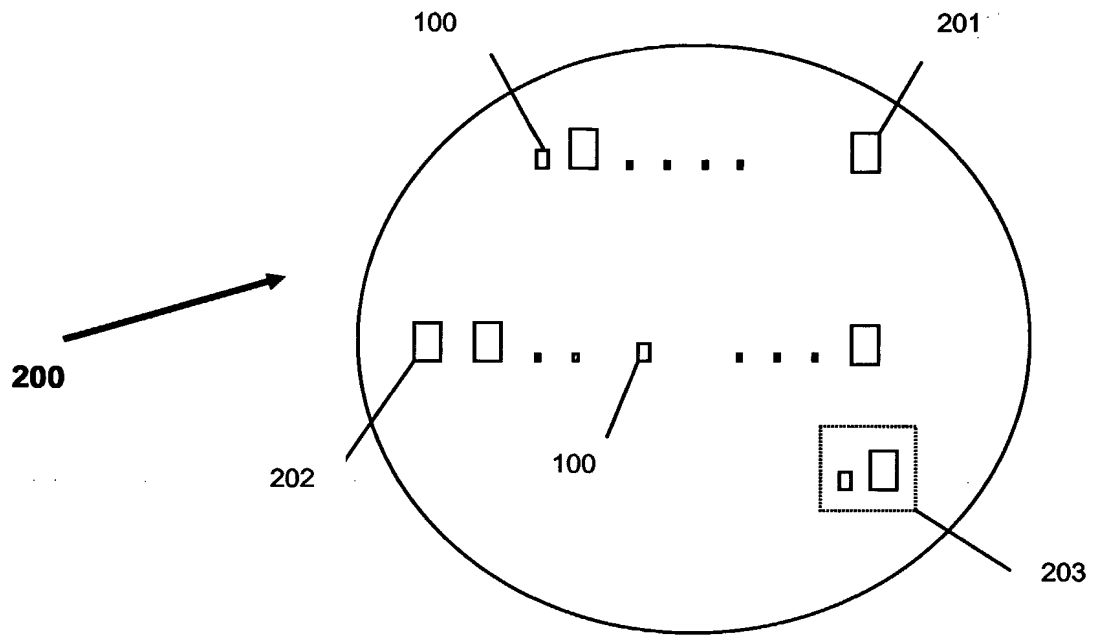
16. Scheibenverbindung nach Anspruch 15, wobei die mehreren Teststrukturen (100) gemäß den Kriterien zur Qualitätssicherung der mehreren mikroelektromechanischen Strukturen (201) angeordnet sind.

17. Scheibenverbindung nach Anspruch 14 oder 15, wobei die Teststruktur (100) und die mikroelektromechanische Struktur (201) als Verband angeordnet sind.

**Figur 1**



**Figur 2**



Intern: Application No  
PCT/EP2005/050993

IPC 7 G01M3/28 B81C5/00 H01L21/66

### B. FIELDS SEARCHED

IPC 7 G01M B81C H01L

EP0-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDB, COMPENDEX, INSPEC

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>WAELTI M ET AL: "PACKAGE QUALITY TESTING USING INTEGRATED PRESSURE SENSOR" INTERNATIONAL JOURNAL OF MICROCIRCUITS AND ELECTRONIC PACKAGING, INTERNATIONAL MICROELECTRONICS &amp; PACKAGING SOCIETY, US, vol. 22, no. 1, January 1999 (1999-01), pages 49-56, XP000827216  ISSN: 1063-1674  columns 2,3,12; figure 1</p> <p style="text-align: center;">-----  -/--</p>	1-17

☒ Patent family members are listed in annex.

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

15/06/2005

Dogueri, A. K.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internationa application No  
PCT/EP2005/050993

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	LAPADATU A C ET AL: "A new concept for a self-testable pressure sensor based on the bimetal effect" SENSORS AND ACTUATORS A, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, vol. 82, no. 1-3, May 2000 (2000-05), pages 69-73, XP004198240 ISSN: 0924-4247 columns 3,4,8; figures 1,3 -----	1-17
A	EP 0 794 558 A (FORD MOTOR COMPANY) 10 September 1997 (1997-09-10) column 2, lines 16-54; figure 3 -----	1-17
A	US 6 106 735 A (KURLE ET AL) 22 August 2000 (2000-08-22) column 2, line 63 - column 3, line 15; figure 1F -----	1-17
A	BERGSTROM P L ET AL: "THERMALLY DRIVEN PHASE-CHANGE MICROACTUATION" JOURNAL OF MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 4, no. 1, 1 March 1995 (1995-03-01), pages 10-17, XP000506489 ISSN: 1057-7157 abstract; figure 1 -----	1-17

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr Application No  
PCT/EP2005/050993

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 0794558	A	10-09-1997	US	5837935 A		17-11-1998
			EP	0794558 A1		10-09-1997
			JP	9237847 A		09-09-1997
<hr/>						
US 6106735	A	22-08-2000	DE	19700734 A1		16-07-1998
			JP	10209470 A		07-08-1998
<hr/>						

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 7 G01M3/28 B81C5/00 H01L21/66

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 G01M B81C H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDB, COMPENDEX, INSPEC

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>Waelti M et al: "PACKAGE QUALITY TESTING USING INTEGRATED PRESSURE SENSOR" INTERNATIONAL JOURNAL OF MICROCIRCUITS AND ELECTRONIC PACKAGING, INTERNATIONAL MICROELECTRONICS &amp; PACKAGING SOCIETY, US, Bd. 22, Nr. 1, Januar 1999 (1999-01), Seiten 49-56, XP000827216            ISSN: 1063-1674            Spalten 2,3,12; Abbildung 1            -----            -/--</p>	1-17



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. Juni 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Dogueri, A. K.

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	LAPADATU A C ET AL: "A new concept for a self-testable pressure sensor based on the bimetal effect" SENSORS AND ACTUATORS A, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, Bd. 82, Nr. 1-3, Mai 2000 (2000-05), Seiten 69-73, XP004198240 ISSN: 0924-4247 Spalten 3,4,8; Abbildungen 1,3 -----	1-17
A	EP 0 794 558 A (FORD MOTOR COMPANY) 10. September 1997 (1997-09-10) Spalte 2, Zeilen 16-54; Abbildung 3 -----	1-17
A	US 6 106 735 A (KURLE ET AL) 22. August 2000 (2000-08-22) Spalte 2, Zeile 63 - Spalte 3, Zeile 15; Abbildung 1F -----	1-17
A	BERGSTROM P L ET AL: "THERMALLY DRIVEN PHASE-CHANGE MICROACTUATION" JOURNAL OF MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 4, Nr. 1, 1. März 1995 (1995-03-01), Seiten 10-17, XP000506489 ISSN: 1057-7157 Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-17



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern: Aktenzeichen  
PCT/EP/05/050993

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0794558	A	10-09-1997	US	5837935 A	17-11-1998
			EP	0794558 A1	10-09-1997
			JP	9237847 A	09-09-1997
-----					
US 6106735	A	22-08-2000	DE	19700734 A1	16-07-1998
			JP	10209470 A	07-08-1998
-----					